

Detectability of early lung cancer on the chest radiograph: a study on miss rate and observer performance in clinical practice

Citation for published version (APA):

Quekel, L. G. B. A. (2001). *Detectability of early lung cancer on the chest radiograph: a study on miss rate and observer performance in clinical practice*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20010928lq>

Document status and date:

Published: 01/01/2001

DOI:

[10.26481/dis.20010928lq](https://doi.org/10.26481/dis.20010928lq)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Chapter 8

Summary and conclusions

The diagnosis of non small cell lung cancer on the chest radiograph can be very troublesome. Various studies in the literature have dealt with this subject, investigating the causes and giving explanations for missing the diagnosis on the chest radiograph. For decades the chest radiograph and conventional tomography were the only tools for visualizing lung cancer. Nearly two decades ago computed tomography was added but still nowadays, in daily clinical practice, the chest radiograph is the first choice to search for lung cancer in patients in whom there is a suspicion of malignancy or for screening purposes. In large screening studies for lung cancer in the 1970's and 1980's in high risk populations, the chest radiograph (and sputum cytology) was used for the detection of early lung cancer. Especially from the screening studies but also from other studies and case reports, it has become clear that there is a certain percentage of error in detecting early lung carcinoma. This miss rate is also a well known phenomenon in mammographic screening. In screening mammography, the miss rate is more or less successfully lowered by providing previous films for comparison and by double reading. In equivocal chest radiographs further investigation is performed; predominantly by performing computed tomography. Many investigations have already shown that CT has many advantages over chest radiograph in detecting early stages of lung cancer. Several investigations have already been carried out to compare the effectiveness of the chest radiograph with that of the chest CT in detecting and screening for early lung cancer.

Many studies addressed the miss rate in the detection of lung cancer on the chest radiograph. However, these studies were experimental studies often concerning small groups of selected patients or experimental studies with small lesions on a chest radiograph and with selected observers. No studies have been reported that addressed the miss rate in daily clinical practice. An accurate estimation of the precise value of the chest radiograph in the detection of lung carcinoma in clinical practice is thus difficult to calculate. It is not common practice to perform a chest CT as first diagnostic tool in patients to detect lung carcinoma. One of the reasons for this is that the precise value of the chest CT in the detection of lung carcinoma is not fully known. Several studies report that CT appears to be a better diagnostic tool for detecting lung carcinoma but to what extent with regard to the chest radiographs is not known.

The aim of this study was to investigate what the miss rate is in daily clinical practice in the detection of lung cancer on the chest radiograph and to analyze the radiological characteristics of the missed lesions. In addition the inter- and intra observer variability is investigated as well as the impact on the detection rate of providing previous films and clinical information together with the effect of double reading and dual reading. Finally, a review is carried out to investigate what is known from the literature about the role of (spiral) CT in relation to the chest radiograph in the detection of early lung cancer.

Chapter 1 gives a short review of the epidemiology and histology of lung cancer. The TNM staging classification is presented in relation to prognosis and therapy. Then the radiological presentation of the four major types of non small cell lung cancers on the chest radiographs is described. The problems and limitations of the detection of lung carcinoma on the chest radiograph, the inter- and intra observer variability in interpreting the chest radiograph and the role of screening for lung carcinoma are discussed. Finally, the objectives of this thesis are discussed and a description of the study design and patient material is given.

In chapter 2 the miss rate of lung cancer on the chest radiograph in daily clinical practice in The Atrium Medical Center, Heerlen, The Netherlands, is described. During the years 1992 to 1995, 495 patients presented with NSCLC of whom in 396 (300 males and 96 females) a complete set of chest radiographs was available. In 259 of the 396 patients, lung carcinoma was visible retrospectively on the chest radiograph as a (small) lesion. In 49 (19%) of these 259 patients, the lesion was missed on the chest radiograph. The median diameter of the missed lesions was 16 mm whereas that of the detected lesions was 60 mm. Superposing structures were present in 71% of the patients with missed lesions whereas in only 2% of the cases they were present with detected lesions. In 16 (33%) of the 49 patients the lesion was missed twice on the consecutive chest radiographs and in 6 (12%) patients the lesion was missed more than twice. Twelve (24.5%) patients had a delay of less than 6 months, 9 (18%) a delay between 6 and 12 months, 16 (33%) a delay between 12 and 24 months and 12 (24.5%) a delay of more than 24 months. In 22 (35%) of the 49 patients with missed lesions, the patients remained in stage T1 (according to the radiological staging on the chest radiograph), 6 patients (12%) remained in stage T2 but in 21 (43%) patients the tumor stage changed from stage T1 to stage T2. Taking this into account together with a miss rate of 19%, there is a definitive impact on prognosis. When (in terms of staging) the N status and the M status of the patient are assumed to be unchanged, in this study the 5-year survival dropped by 23% in 43% of the patients with undetected early lung cancer.

In chapter 3 a study is presented on observer performance in the detection of lung cancer on the chest radiograph. The chest radiographs of 100 clinical cases were obtained from: 30 patients with initially missed lung cancer presenting as a lesion on the chest radiographs with a good set of posterior-anterior radiographs and a previous set for comparison (selected out of the group presented in chapter 2), 35 patients with cardiopulmonary diseases other than lung carcinoma and 35 patients with no abnormalities visible on the chest radiographs. These chest radiographs were presented in a random order to 14 observers consisting of 10 experienced radiologists, 2 experienced chest physicians and 2 residents in radiology, who were all unaware of the study design, and who were asked to fill in a prearranged check list. The mean sensitivity and specificity in the detection of NSCLC of the radiologists were 0.36 and 0.90 respectively. For the 2 chest physicians the mean sensitivity and specificity were 0.29 and 0.96 and for the residents 0.25 and 0.94, respectively. It was not possible to construct a ROC curve (sensitivity plotted against one minus the specificity) with these results indicating significant differences in the ability of the observers to detect small lesions. The calculated Spearman rank correlation coefficient of the inter- and intra observer kappa with the diagnostic Odds Ratio of respectively 0.34 and 0.21 indicated that there was no significant correlation between consistency parameters and validity parameters. The Spearman rank correlation coefficient between the inter observer kappa and the intra observer kappa was 0.68 showing that these kappa values were clearly correlated. For the detection of small

nodular lesions on the chest radiograph, a high value of the inter observer kappa does not predict high values for the validity parameters. Observers with a low inter observer kappa will probably perform poorly in detecting nodular lesions. Double reading could improve these results, i.e. it will increase the sensitivity but it consequently reduces the specificity and is very time consuming and expensive. The level of experience influences the diagnostic performance positively. Subspecialization or specific training might improve the diagnostic validity. A recommendation with more consequences for clinical practice would be a periodical quality check.

In chapter 4 the impact of previous films, clinical information and the possible benefit of double reading and dual reading above single reading was studied. The same study material and observer team was used as in the study presented in chapter 3. In this study session 7 of the 14 observers (5 radiologists, one chest physician and one resident in radiology) were given no extra information but the other 7 (5 radiologists, one chest physician and one resident in radiology) were provided with previous chest X-rays and standardized clinical information namely: suspicion of malignancy. The mean sensitivity and specificity in the detection of lung carcinoma on the chest radiograph in this second study session without additional previous chest radiographs and clinical information were 0.28 and 0.93 respectively, with additional information 0.31 and 0.93. The improvement of the diagnostic Odds ratio was small (+4%); which statistically was not significant. For double reading 7 pairs of observers were formed and the combined results of these pairs were compared with the results of the single reading in the first session (chapter 3). For dual reading, 5 pairs of observers were formed, each pair receiving the chest radiographs simultaneously. These results were also compared with the results of the first study session (chapter 3). The overall sensitivity and specificity in single reading were 0.33 and 0.92, in double reading 0.46 and 0.87 and in dual reading 0.37 and 0.92, respectively. Thus with double reading the sensitivity increases at the expense of the specificity and in dual reading sensitivity is also increased but the specificity is hardly changed. The diagnostic Odds Ratio increases only by 4% in double reading, which is not significant, but dual reading improves the diagnostic Odds Ratio by 14%, a slightly better result. In other words; dual reading slightly improves the observers ability to discriminate whether lung cancer is visible or not on the chest radiograph with regard to single reading, while double reading shows no significant improvement.

In chapter 5 the radiological characteristics of all missed lung cancers in daily clinical practice presenting as lesions on the plain chest radiograph found in the study presented in chapter 2 are described. In the group of 49 missed lung cancers, 27 (55%) of the lesions were peripherally located, 22 (45%) centrally. In 32 (63%) patients the lesions were located in the right lung and in 31 (63%) of the cases the lesion was situated in the upper lobes, in 18 patients (37%) the lesion was recorded in the lower lobes. The size of the missed lesion varied between 0.5 cm and 7 cm with a median diameter of 0.8 cm. The central lesions were larger than the peripheral lesions. In 70% of the missed cases, the lesions were partly or totally unsharply bordered and only 30% had sharp borders. Superimposed structures such as ribs, spine, clavicles, vessels and the heart were seen in 33 (67%) of the missed lesions. Three of the 49 (6%) missed lesions were only detectable on the lateral chest radiograph and not on the posterior anterior chest radiograph. The most frequent reason for missing a lesion more than once in a patient was the fact that the lesions grew slowly over several years: in 16 (33%) cases the lesion was missed twice on

consecutive chest radiographs, and in 6 of the 49 (12%) cases even three times or more.

In chapter 6 a review of the diagnostic performance of the chest radiograph and the chest CT in the detection (and characterization) of lung cancer is presented. All English language articles published since 1980 for chest radiographs and since 1985 for CT of the chest were searched for. Twenty studies were found which met the inclusion criteria. For the detection of lung cancer by chest radiograph the sensitivity ranged between 26% and 81% and specificity between 85% and 99.6%. For the chest CT after a positive result on the chest radiograph, the sensitivity ranged from 88% to 100% and the specificity between 70% and 100%. Comparing the chest radiograph and the chest CT, performed in all patients in a study, sensitivities of 45% and 68% respectively were found. When CT is used as the gold standard, as in another study, the sensitivity of the chest radiograph is 25%. With regard to lung cancer screening by means of the chest radiograph it appears that screening does not influence mortality and it increases the incidence. These results show that the detection rate with the chest CT is significantly higher than with the chest radiograph and that screening for lung cancer by the chest radiograph cannot be advocated. These results also imply that chest CT is a useful tool for screening purposes and that it, unlike the chest radiograph, could possibly reduce lung cancer mortality. Also a more aggressive approach in patients with clinical symptoms suggestive of lung cancer but negative chest radiographs by carrying out a chest CT can be defended. These results indicate that chest CT is significantly better than the chest radiograph in the characterization of lesions and also in detecting the lesions but further studies have to be performed to confirm this more strongly. The general discussion, presented in **chapter 7**, includes all previous studies leading to the following conclusions:

1. A miss rate in the detection of lung carcinoma presenting as a (nodular) lesion in daily clinical practice is approximately 19% and appears one of the most frequently missed diagnoses in radiology.
2. The most important reason for missing a lesion on the chest radiograph is poor lesion conspicuity i.e. the lesion is difficult to identify or separate from the surrounding or overlying structures. This is especially the case in small (early) lesions.
3. The validity of detecting lung carcinoma on the chest radiograph varies widely among different observers. No significant relation between the consistency parameters and validity parameters could be detected but the inter- and intra observer variation showed good correlation. The level of experience is likely to influence the diagnostic performance.
4. The improvement in detecting lung cancer on the chest radiograph by providing previous films and clinical information is negligible. With double reading, the sensitivity increases at the cost of the specificity, hardly resulting in an increased accuracy. Dual reading increases sensitivity but hardly influences specificity, although showing a slightly better result than double reading.
5. In the literature, the diagnostic accuracy of chest CT appears to be significantly better than that of the chest radiograph but well conducted comparative studies are limited. Some investigations have shown that low dose spiral CT is a better tool than chest radiography for detecting early lung cancer.

6. In the future, digitalization with its ability of postprocessing and Computer-Aided Diagnosis (CAD) is promising regarding the results of many (often still experimental) studies.

In conclusion, the detection of lung cancer on the chest radiograph is far from perfect.

In view of the promising results with low dose spiral CT, this modality could become a screening procedure of first choice in lung cancer and replace the chest radiograph as an investigation of first choice in the evaluation of patients with suspicion of lung cancer.

Further investigation needs to be performed to acknowledge the potentials and benefits of both low dose spiral CT in the detection of lung cancer at an early stage and digitalization and CAD (Computer-Aided Diagnose).

Summary in Dutch

De diagnostiek van het niet-kleincellig longcarcinoom is vaak lastig. De thoraxfoto als eerst gebruikte diagnostische techniek stelt regelmatig teleur en er is daarom al veel onderzoek gedaan naar de nauwkeurigheid van deze thoraxfoto en naar mogelijke oorzaken van het niet herkennen van afwijkingen op deze foto. Daarbij is gebleken dat een niet onaanzienlijk aantal tumoren werd gemist en dat deze dan vaak nog in een vroeg stadium verkeerden. Toch was de thoraxfoto jarenlang de enige methode om een longcarcinoom in beeld te brengen. Sinds 20 jaar is daartoe ook computertomografie (CT) beschikbaar maar toch is in de dagelijkse praktijk de thoraxfoto nog de onderzoeksmethode van eerste keuze bij verdenking op longkanker.

Dit op een röntgenfoto niet herkennen van tumoren in een vroeg stadium is een bekend fenomeen uit screeningsstudies op borstkanker met behulp van mammografie. Daarbij kon het percentage fout negatieve diagnoses echter worden verminderd door middel van "double reading". Dat wil zeggen door de foto's door twee beoordelaars onafhankelijk van elkaar te laten beoordelen. Ook het ter beschikking hebben van oude foto's ter vergelijking verminderde bij mammografie het aantal fout negatieve diagnoses.

In de dagelijkse praktijk wordt momenteel bij twijfel over de aanwezigheid van een afwijking op de thoraxfoto of over de aard van die afwijking meestal verder onderzoek verricht met behulp van CT. Diverse onderzoeken hebben immers aangetoond dat het CT onderzoek van de longen voordelen biedt bij de diagnostiek van het longcarcinoom boven de thoraxfoto. CT is zowel sensitiever als specifiek maar deze methode is echter wel duurder, meer stralingsbelastend en als snelle routine procedure amper uitvoerbaar.

In de literatuur zijn diverse studies verschenen over het missen van de diagnose longcarcinoom op de thoraxfoto met analyses over frequentie en oorzaken. Het aantal gemiste diagnoses in een dagelijkse klinische praktijk is echter nooit onderzocht. Hierdoor is een nauwkeurige inschatting van de waarde van de thoraxfoto voor de diagnostiek naar longcarcinoom in de dagelijkse klinische praktijk moeilijk te bepalen en daardoor is evenmin aan te geven in welke mate CT mogelijk superieur is boven de thoraxfoto.

Het doel van deze studie is om te onderzoeken hoe vaak de diagnose longcarcinoom op de thoraxfoto door een waarnemer wordt gemist alsmede de radiologische karakteristieken van de gemiste longcarcinomen te analyseren. Tevens is de inter- en intra-waarnemervariatie van het detecteren van longkanker met behulp van een thoraxfoto onderzocht alsmede de invloed van het beschikbaar hebben van klinische informatie en van oude foto's ter vergelijking. Ook is het effect van "double reading" (twee onafhankelijk van elkaar werkende beoordelaars) en van "dual reading" (twee simultaan werkende beoordelaars die de foto's waarover zij het oneens waren nogmaals beoordeelden) bekeken. Tenslotte is een literatuur onderzoek verricht om te bepalen wat reeds bekend is omtrent de rol van de (spiraal-) CT ten opzichte van de (conventionele) thoraxfoto met betrekking tot de detectie van longcarcinoom.

In hoofdstuk 1 wordt in het kort de epidemiologie en de histologische typering van het longcarcinoom besproken. De staging volgens de TNM classificatie wordt in relatie tot de prognose en therapie beschreven. Vervolgens worden de radiologische

kenmerken van de vier belangrijkste typen van niet-kleincellig longcarcinoom (NSCLC) op de thoraxfoto beschreven. De problemen en beperkingen met betrekking tot de detectie van het longcarcinoom op de thoraxfoto, de inter- en intra-waarnemervariatie bij de interpretatie van de thoraxfoto komen ter sprake alsmede de rol van screening op longcarcinoom. Tenslotte worden de onderwerpen van dit proefschrift, de studie-opzet en de patiëntengroep besproken.

In hoofdstuk 2 worden de met de thoraxfoto gemiste longcarcinomen uit de klinische praktijk van het Atrium Medisch Centrum te Heerlen beschreven. In de periode van 1992 tot 1995 presenteerden zich 495 patiënten met een NSCLC in dit ziekenhuis waarvan bij 396 patiënten (300 mannen en 96 vrouwen) een complete set thoraxfoto's beschikbaar was. Bij 259 van deze 396 patiënten was achteraf de tumor op de thoraxfoto zichtbaar als een omschreven massa (lesie) maar bij 49 (19%) van deze 259 patiënten was de tumor destijds niet als zodanig herkend en dus gemist. De gemiddelde diameter van de gemiste tumor bedroeg 16 mm., terwijl de gemiddelde diameter van de wel herkende en dus gedetecteerde tumoren 60 mm. bedroeg. Bij 71% van de patiënten waarbij de tumor was gemist, waren er superponerende structuren aanwezig, terwijl dit maar in 21% het geval was bij patiënten waarbij de tumor niet gemist was. Bij 16 (33%) van de 49 patiënten waarbij de tumor was gemist, werd deze op twee opeenvolgende thoraxfoto's gemist en bij 6 (12%) van de patiënten zelfs vaker dan twee maal. Bij 12 (24,5%) patiënten ontstond door de gemiste diagnose een vertraging bij het stellen van de diagnose van minder dan 6 maanden, bij 9 (18%) een vertraging tussen de 6 en 12 maanden, bij 16 (33%) een vertraging tussen de 12 en 24 maanden en tenslotte bij 12 (24,5%) patiënten een vertraging in de diagnostiek van meer dan 24 maanden.

Bij 28 (57%) van de patiënten met een in eerste instantie gemist longcarcinoom veranderde het tumorstadium door de vertraging in diagnostiek niet. Tweeëntwintig patiënten (45%) bleven in tumorstadium T1. Zes patiënten (12%) behielden stadium T2. Ten gevolge van de vertraging in de diagnose veranderde het tumorstadium bij 21 van de 49 patiënten (43%) van T1 naar T2. Het niet herkennen van de tumor op de thoraxfoto heeft dus vanwege deze veranderde T stagering een duidelijke invloed op de prognose van de patiënt. Gesteld dat bij deze patiënten de N en M status niet veranderen, dan zou bij hen de 5-jaars overlevingskans dalen met 23%. Met andere woorden: door gebruik te maken van de thoraxfoto werd bij 19% van de patiënten de diagnose longkanker te laat gesteld en daalde bij ongeveer de helft van hen de prognose beduidend.

In hoofdstuk 3 wordt de inter-waarnemer variatie bij de detectie van longcarcinoom op de thoraxfoto onderzocht. Er werden thoraxfoto's van 100 patiënten uit de klinische praktijk maar met bekende pathologie geselecteerd, waarvan zowel een goede voor-achterwaartse en zijdelingse foto als ook een set oude foto's ter vergelijking beschikbaar waren. De totale groep bestond uit: 30 patiënten (geselecteerd uit de groep van patiënten gepresenteerd in hoofdstuk 2) met een in eerste instantie op de thoraxfoto niet herkend longcarcinoom dat zich presenteerde als een kleine haardvormige op de foto; 35 patiënten met een cardiopulmonale ziekte anders dan longcarcinoom en 35 patiënten zonder afwijkingen op de thoraxfoto. De thoraxfoto's werden in willekeurige volgorde getoond aan 14 waarnemers: 10 ervaren radiologen, 2 ervaren longartsen en twee radiologen in opleiding. De waarnemers waren niet op de hoogte van de opzet van de studie en werden verzocht de foto's op een gestandaardiseerde manier te beoordelen. De gemiddelde sensitiviteit en specificiteit van de detectie van het niet-kleincellig longcarcinoom op basis van de interpretatie van de ervaren radiologen bedroeg respectievelijk 0,36 en 0,90, op

basis van de interpretatie van de twee longartsen respectievelijk 0,29 en 0,96 en op basis van de interpretatie van de radiologen in opleiding respectievelijk 0,25 en 0,94. Er kon geen ROC-curve worden geconstrueerd op basis van de sensitiviteiten en specificiteiten van deze 14 waarnemers hetgeen een significant verschil in de mate van detectie van kleine tumoren op de thoraxfoto tussen de waarnemers inhoudt. De berekende Spearman rank correlatie coëfficiënt van de inter- en intra-waarnemer kappa enerzijds en de diagnostische Odds Ratio anderzijds van respectievelijk 0,34 en 0,21 duiden er op dat er geen significante correlatie is tussen de consistentieparameters en de validiteitsparameters. De Spearman rank correlation coefficient tussen de inter-waarnemer kappa en de intra-waarnemer kappa bedroeg 0,68 hetgeen aantoont dat deze kappawaarden met elkaar overeenkomen. Met betrekking tot de detectie van kleine nodulaire afwijkingen op de thoraxfoto kan worden gesteld dat een hoge intra-waarnemer kappa niet automatisch hoge waarden voor de validiteitsparameters inhouden maar dat waarnemers met een lage intra-waarnemer kappa waarschijnlijk matig zullen presteren bij het detecteren van nodulaire lesies. "Double reading" zou deze resultaten kunnen verbeteren, d.w.z. het zal de sensitiviteit verbeteren doch zal vervolgens de specificiteit doen verminderen echter het is tijdrovend en kostbaar. De mate van ervaring beïnvloedt de diagnostische prestaties in positieve zin. Subspecialisatie en/of specifieke training wordt geadviseerd om de diagnostische validiteit te verbeteren. Het is aan te bevelen periodieke kwaliteitscontroles van de prestaties van de waarnemers te houden.

In hoofdstuk 4 wordt de invloed van het beschikken over klinische informatie en voorgaande thoraxfoto's ter vergelijking alsmede het mogelijke voordeel van "double reading" en "dual reading" boven het beoordelen door een enkele waarnemer gepresenteerd. In deze studie werd hetzelfde studie-materiaal gebruikt als in de studie gepresenteerd in hoofdstuk 3 en waren dezelfde beoordelaars ingezet. In deze studie kregen 7 van de 14 beoordelaars (5 radiologen, een longarts en een radioloog in opleiding) geen extra informatie, maar de overige 7 (5 radiologen, een longarts en een radioloog in opleiding) beschikten wel over voorgaande thoraxfoto's ter vergelijking en gestandaardiseerde klinische informatie namelijk: verdenking op maligniteit. De gemiddelde sensitiviteit en specificiteit van de detectie van longcarcinoom op de thoraxfoto zonder additionele informatie en oude foto's bedroegen in deze studie respectievelijk 0,28 en 0,93, met additionele informatie en oude foto's 0,31 en 0,93. De verbetering van de Odds Ratio was gering (+4%); hetgeen statistisch niet significant is. Ten behoeve van "double reading" werden 7 waarnemersparen gevormd en de gecombineerde resultaten van deze paren werden vergeleken met de resultaten van "single reading", zoals gepresenteerd in de eerste studie (hoofdstuk 3). Ten behoeve van de "dual reading" werden 5 waarnemersparen gevormd; elk paar bekeek de thoraxfoto's waarbij zij in de eerste studie van mening verschilden, opnieuw maar dan gezamenlijk. Ook deze resultaten werden vergeleken met de resultaten uit de eerste studie (hoofdstuk 3). De gezamenlijke sensitiviteit en specificiteit van "single reading" bedroegen respectievelijk 0,33 en 0,92, in "double reading" 0,46 en 0,87 en in "dual reading" 0,37 en 0,92. Bij "double reading" nam de sensitiviteit toe ten koste van de specificiteit en bij "dual reading" is de sensitiviteit ook gestegen maar de specificiteit is nauwelijks beïnvloed. De diagnostische Odds Ratio stijgt maar met 4% in "double reading", hetgeen niet significant is. In "dual reading" stijgt de diagnostische Odds Ratio met 14%, hetgeen een iets beter resultaat is. Met andere woorden: "dual reading" verbetert in zeer lichte mate het discriminerend vermogen van de waarnemers met betrekking tot het feit of

een longcarcinoom wel of niet zichtbaar is op de thoraxfoto ten op zichte van "single reading" ; "double reading" toont geen significante verbetering.

In hoofdstuk 5 zijn de radiologische karakteristieken van de op de thoraxfoto's gemiste long-carcinomen uit de dagelijkse praktijk beschreven, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 2. Van de 49 gemiste longcarcinomen waren 27 (55%) lesies perifeer gelegen en 22 (45%) centraal. Bij 32 (65%) patiënten waren de lesies in de rechter long gelegen, bij 31 (63%) patiënten in de boven kwabben en bij 18 (37%) in de onderkwabben. De grootte van de gemiste lesies varieerde tussen de 0,5 en 7 cm. met een gemiddelde diameter van 0,8 cm.. De centraal gelegen gemiste lesies waren groter dan de perifeer gelegen lesies. Bij 70% van de gemiste lesies was de lesie geheel of gedeeltelijk onscherp begrensd. Superponerende structuren zoals ribben, wervelkolom, sleutelbeenderen, vaten en het hart waren aanwezig bij 33 (67%) van de gemiste lesies. Drie van de gemiste lesies waren alleen zichtbaar op de zijdelingse thoraxfoto en niet op de voor-achterwaartse thoraxfoto. De meest voorkomende oorzaak voor het meerdere malen missen van een lesie op de thoraxfoto bij een en dezelfde patiënt is gelegen in het feit dat de meestal kleine lesie in de loop van de jaren maar zeer traag groeit. Bij 16 (33%) patiënten werd de lesie twee maal op opeenvolgende thoraxfoto's gemist en in 6 patiënten (12%) werden de lesies zelfs 3 of meerdere malen gemist.

In hoofdstuk 6 is een literatuur studie beschreven handelend over de diagnostische kwaliteiten van de thoraxfoto en de CT-thorax bij de detectie (en karakterisering) van longcarcinoom. Alle Engelstalige artikelen die sinds 1980 over de thoraxfoto's en sinds 1985 over de CT-thorax zijn gepubliceerd, werden opgezocht en bestudeerd. Twintig studies voldeden aan de inclusie criteria waaronder een aan de pathologie gebonden gouden standaard. Met betrekking tot de detectie van longcarcinoom met de thoraxfoto varieerde de sensitiviteit tussen de 26% en 81% en de specificiteit tussen de 85% en 99,6%. Bij de CT-thorax, vervaardigd na een positieve thoraxfoto, varieerde de sensitiviteit tussen de 88% en 100% en de specificiteit tussen de 70% en 100%. In een van die studie's zijn de resultaten van de thoraxfoto vergeleken met die van de CT-thorax, beiden vervaardigd bij alle patiënten waarbij een sensitiviteit en specificiteit van respectievelijk 45% en 99% (thoraxfoto) 68% en 83% (CT) werd gevonden. Indien, zoals in een andere studie, de CT-thorax als gouden standaard wordt gebruikt, bedraagt de sensitiviteit van de thoraxfoto 25% bij een specificiteit 94%.

Met betrekking tot screening op longcarcinoom met behulp van de thoraxfoto blijkt, dat dit de mortaliteit niet beïnvloedt en de incidentie doet stijgen. Deze resultaten tonen aan, dat de detectie met CT-thorax significant hoger is dan met behulp van de thoraxfoto en dat screening op longcarcinoom door middel van het vervaardigen van thoraxfoto's niet wordt aanbevolen. Deze resultaten doen vermoeden dat CT-thorax een goede modaliteit is voor screening en dat dit, in tegenstelling tot de thoraxfoto, de mortaliteit van het longcarcinoom zou kunnen verlagen. Ook bij patiënten die klinische symptomen hebben die wijzen op longcarcinoom doch zonder afwijkingen op de thoraxfoto, is een meer actieve benadering door middel van CT-thorax verdedigbaar.

Deze resultaten tonen aan, dat de CT-thorax beter is in het detecteren van lesies en ook in het karakteriseren van lesies dan de thoraxfoto. Vervolg studies zullen dit nog verder moeten onderbouwen.

In de algemene beschouwing, in hoofdstuk 7, worden de resultaten van alle onderzoeken betrokken. Dit leidt tot de volgende conclusies:

1. De diagnose longcarcinoom, zich presenterend als een kleine nodulaire lesie op de thoraxfoto, wordt in de dagelijkse praktijk in 19% van de gevallen gemist.
2. De meest voorkomende oorzaak voor het missen van een lesie op de thoraxfoto is de moeilijke differentiatie van de lesie ten opzichte van de omgevende en overprojecterende structuren. Dit is met name het geval bij kleine lesies.
3. De validiteit van de thoraxfoto met betrekking tot de detectie van longcarcinoom verschilt fors tussen de waarnemers. Er is geen significante relatie aangetoond tussen de consistentie parameters en de validiteits parameters maar de inter- en intra-waarnemers variatie correleerde goed. De mate van ervaring beïnvloedt de diagnostische prestatie in positieve zin.
4. Deze validiteit verbetert niet of nauwelijks door het verstrekken van klinische informatie of van voorgaande foto's ter vergelijking. Middels "double reading" verbetert de sensitiviteit ten koste van de specificiteit, hetgeen de nauwkeurigheid eveneens niet of nauwelijks verbetert. "Dual reading" verbetert wel de sensitiviteit en beïnvloedt nauwelijks de specificiteit, hetgeen uiteindelijk een iets beter resultaat oplevert dan "double reading".
5. Uit de literatuur blijkt dat de diagnostische nauwkeurigheid van de CT-thorax significant beter is dan dat van de thoraxfoto, waarbij opgemerkt dient te worden dat vergelijkende studies schaars zijn. Enkele studies hebben aangetoond dat 'lage dosis' spiraal-CT (met een lage dosis röntgenstraling) een beter diagnosticum is dan de thoraxfoto in de detectie van longcarcinoom in een vroeg stadium.

Geconcludeerd kan worden dat de detectie van longcarcinoom met behulp van de conventionele thoraxfoto verre van volmaakt is. Gezien de veel belovende resultaten met lage dosis spiraal-CT zou deze de modaliteit van eerste keus kunnen worden boven de thoraxfoto bij screening op longcarcinoom alsmede bij de diagnostiek van patiënten waarbij klinisch een verdenking bestaat op longcarcinoom. Verder onderzoek zal moeten worden verricht naar de mogelijkheden en het nut van zowel lage dosis spiraal-CT bij de diagnostiek van longcarcinoom in een vroeg stadium als van digitalisering en CAD (Computer-Aided Diagnose).